

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-044037

(43)Date of publication of application : 16. 02. 2001

---

(51)Int. Cl. H01F 17/00

// H01F 27/42

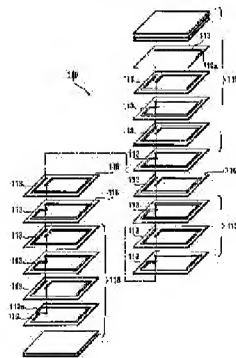
---

(21)Application number : 11-219591 (71)Applicant : TAIYO YUDEN CO LTD

(22)Date of filing : 03. 08. 1999 (72)Inventor : MAKI HIDEYA  
HOSHI KENICHI

---

## (54) LAMINATED INDUCTOR



### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a laminated inductor, having a small quantity of the characteristic deterioration caused by its magnetic saturation.

SOLUTION: In a laminate 110, there are laminated integrally with each other the plural first layers of first ferrite sheets 115, having high permeability and the plural second layers 116 of a second ferrite sheet 116 having a low permeability or a second nonmagnetic sheet 116. The second layer 116 is interposed between the two adjacent first layers of the first ferrite sheets 115. The second layers 16 are provided respectively at positions such that the inductor elements present in the respective divided regions of the laminate 110 by the plural second layers 116 generate their magnetic saturation by the superimposed DC-currents of nearly equal magnitudes to each other. As a result, a large

superimposed DC-current can be made to flow through the laminate 110, and its DC-current superimposition characteristic has a characteristic curve similar to the ones of conventional laminated inductors.

---

#### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 26.12.2001

[Date of sending the examiner's  
decision of rejection] 22.02.2005

[Kind of final disposal of  
application other than the  
examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for  
application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

#### \* NOTICES \*

JP0 and NCIP1 are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

#### CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the laminating inductor equipped with the layered product which comes to carry out the laminating of the conductor which forms a coil, and the insulator said conductor It connects mutually so that the coil which makes the direction of a laminating of an insulator shaft orientations may be formed. Said layered product It comes to carry out the laminating of two or more 1st insulators which consist of the

magnetic substance of high permeability, and 2nd at least one or more insulators which are arranged at the inner layer of a layered product and consist of the magnetic substance or non-magnetic material of low permeability. Said 2nd insulator is a laminating inductor characterized by being arranged in a layered product so that the inductor component in each field divided in the direction of a laminating by this 2nd insulator may produce magnetic saturation according to the superposition direct current of respectively almost equal magnitude.

[Claim 2] Said layered product is a laminating inductor according to claim 1 to which each field divided in the direction of a laminating by this 2nd insulator is characterized by being constituted by the 1st insulator of respectively equal thickness while the outer layer is formed by said 2nd insulator.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

#### DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a laminating inductor.

[0002]

[Description of the Prior Art] The conventional laminating inductor applies to a predetermined pattern the conductive paste for internal electrodes which uses Ag etc. as a principal component at the magnetic-substance sheet which consists of a ferrite ingredient of for example, a nickel-Zn-Cu system etc., and has structure which carried out the laminating of this magnetic-substance sheet. Here, the internal electrode formed in each magnetic-substance sheet is mutually connected between the layers which adjoin each other through a beer hall. This forms the coil in a layered product. Moreover, the external electrode

linked to an internal electrode is formed in the both ends of a layered product.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] It is necessary to pass a comparatively large superposition direct current with the choke coil of for example, a switching power supply circuit in a place. However, in the conventional laminating inductor, the magnetic substance produced magnetic saturation according to a small superposition direct current, and this had caused the rapid inductance fall. That is, in the conventional laminating inductor, it was unsuitable for the application which passes such a large superposition direct current.

[0004] This invention is made in view of the above-mentioned situation, and the place made into the purpose is to offer a laminating inductor with little property degradation by magnetic saturation.

[0005]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, in invention of claim 1 In the laminating inductor equipped with the layered product which comes to carry out the laminating of the conductor which forms a coil, and the insulator said conductor It connects mutually so that the coil which makes the direction of a laminating of an insulator shaft orientations may be formed. Said layered product It comes to carry out the laminating of two or more 1st insulators which consist of the magnetic substance of high permeability, and 2nd at least one or more insulators which are arranged at the inner layer of a layered product and consist of the magnetic substance or non-magnetic material of low permeability. What is characterized by arranging said 2nd insulator in a layered product so that the inductor component in each field divided in the direction of a laminating by this 2nd insulator may produce magnetic saturation according to the superposition direct current of respectively almost equal magnitude is proposed.

[0006] Since or more at least one laminating of the 2nd insulator which consists of the magnetic substance or non-magnetic material of low permeability is carried out to the inner layer of a layered product according to this invention, in a layered product, a closed magnetic circuit is formed in the field divided into said 2nd insulator, respectively. That is, at the conventional laminating inductor, although one big closed magnetic circuit was formed within [ whole ] the layered product, since association of magnetic flux is lost between said each division field or it becomes weaker sharply, by the laminating inductor concerning this invention, a small closed magnetic circuit is formed in

each field, respectively. Here, in each field divided by the 2nd insulator, since the number of winding of a coil serves as the whole abbreviation ( $1/\text{number of partitions}$ ), the magnetic field strength generated, respectively also serves as abbreviation (square of the  $1/\text{number of partitions}$ ). Thereby, the superposition direct-current value which magnetic saturation produces as compared with the conventional laminating inductor can be enlarged.

[0007] Moreover, since the inductance component in each field divided into the 2nd insulator produces magnetic saturation according to the superposition direct current of respectively almost equal magnitude, the laminating inductor concerning this invention has the same characteristic curve as the direct-current superposition property which one usual inductance component has.

[0008] As an example of the suitable mode of this invention, in a laminating inductor according to claim 1, by invention of claim 2, said layered product proposes that to which each field divided in the direction of a laminating by this 2nd insulator is characterized by being constituted by the 1st insulator of respectively equal thickness while the outer layer is formed by said 2nd insulator.

[0009] Since the inductance component in each field divided by the 2nd insulator forms the magnetic path of respectively almost equal magnetic reluctance according to this invention, the inductance component in each field produces magnetic saturation certainly according to the superposition direct current of respectively almost equal magnitude.

[0010]

[Embodiment of the Invention] (Gestalt of the 1st operation) The laminating inductor concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention is explained with reference to drawing 1 - drawing 3 R> 3. The appearance perspective view of the laminating inductor which drawing 1 requires for the gestalt of the 1st operation, the direction sectional view of an A-A' line view in drawing 1 of the laminating inductor which drawing 2 requires for the gestalt of the 1st operation, and drawing 3 are the decomposition perspective views of the layered product concerning the gestalt of the 1st operation. In addition, drawing 2 differs in the number of winding of the expedient upper coil of explanation etc. from drawing 3 .

[0011] The laminating inductor 100 has the layered product 110 of the abbreviation rectangular parallelepiped configuration which consists of a magnetic or nonmagnetic insulating material, and the external electrode 120 of the pair formed in the longitudinal direction both ends of a layered product 110, as shown in drawing 1 .

[0012] The layered product 110 has structure which carried out the laminating of the ferromagnetic layer 111 which consists of a ferrite ingredient of a nickel-Zn-Cu system, and has high permeability, and the non-ferromagnetic layer 112 which consists of a ferrite ingredient of a nickel-Zn-Cu system, and has permeability smaller than said ferromagnetic layer 111, as shown in drawing 2 . The non-ferromagnetic layer 112 is formed in the inner layer of a layered product 110.

[0013] Here, it is desirable still more desirable that it is  $1/3$  or less [ of the permeability of the ferromagnetic layer 111 ], and the permeability of the non-ferromagnetic layer 112 is  $1/10$  or less. It is because the difference of magnetic field strength will become 10 or more times when the number of winding becomes a twice [ more than ] as many difference as this if permeability is  $1/3$  or less, so association with other fields can be suppressed here.

[0014] Moreover, as for the ferromagnetic layer 111 and the non-ferromagnetic layer 112, what has both small coefficient-of-linear-expansion difference is desirable. In what has both big coefficient-of-linear-expansion difference, it is because a crack and curvature may arise in a layered product 110 at the time of mounting of a laminating inductor etc. Specifically, it is desirable that both coefficient-of-linear-expansion difference is less than [  $2 \times 10^{-7} / \text{degree C}$  ].

[0015] Furthermore, although a level difference is formed among both in the side face of a layered product 110 since presentations differ mutually, as for the ferromagnetic layer 111 and the non-ferromagnetic layer 112, it is desirable [ this level difference ] that it is 30 micrometers or less. It is because the yield at the time of external electrode 120 formation may get worse.

[0016] Furthermore, about 5-100 micrometers is desirable still more desirable, and the thickness of the non-ferromagnetic layer 112 is about 10-50micro. It is because it is not suitable for a miniaturization if larger [ if it is less than 5 micrometers, it is not desirable at the point which association becomes unstable and dispersion produces in electrical characteristics, and ] than 100 micrometers. In addition, the thickness of the direction of a laminating of the laminating inductor of the gestalt of this operation is about 1.2mm.

[0017] Moreover, as shown in drawing 2 , the internal electrode 113 which is the conductor which forms a coil is laid under the layered product 110. The formation direction of magnetic flux [ in / in the coil which an internal electrode 113 forms / the interior of the shaft orientations of a coil, i.e., a coil, ] is the direction of a laminating of a layered product 110 (the vertical direction of the space in drawing

2 ). The end side of the coil which an internal electrode 113 forms is pulled out by one end face of a layered product 110, and the other end side is pulled out by the other-end side of a layered product 110. The internal electrode 113 currently pulled out by the end face of a layered product 110 is connected to said external electrode 120. An internal electrode 113 and the external electrode 120 consist of a metallic material which uses Ag or Ag as a principal component, respectively.

[0018] The still more detailed structure of a layered product 110 is explained with reference to drawing 3 . A layered product 110 has the structure which carried out the laminating of the ferrite sheet which has two or more insulation, as shown in drawing 3 . That is, the layered product 110 is carrying out the laminating of the 1st ferrite sheet 115 of a large number which have high permeability, and the 2nd ferrite sheet 116 of several sheets (drawing two sheets) with permeability lower than the 1st ferrite sheet 115 to one. Said ferromagnetic layer 111 is formed with this 1st ferrite sheet 115, and said non-ferromagnetic layer 112 is formed with the 2nd ferrite sheet 116.

[0019] The internal electrode 113 of a predetermined pattern is formed in the 1st ferrite sheet 115 except for several [ by the side of the outer layer of a layered product 110 ] (drawing 3 by the side of the upper layer, and 2 by the side of a lower layer). Moreover, the internal electrode 113 is formed also in the 2nd ferrite sheet 116. The edge of the internal electrode 113 formed in each sheet is connected with the internal electrode 113 of the sheet which adjoins each other through a beer hall (illustration abbreviation) so that one coil may be formed by the layered product 110 whole. Moreover, the cut water of a coil or the edge of an internal electrode 113 which is rolled and carries out considerable to an end is connected with drawer section 113a formed in the edge of a sheet.

[0020] The 2nd ferrite sheet 116 is arranged at the inner layer of a layered product 110. Specifically, the one 2nd ferrite sheet 116 is arranged in each ferromagnetic layer 111 in each location where the inductor component in this field produces magnetic saturation according to the superposition direct current of respectively almost equal magnitude in each field of the layered product 110 divided in the direction of a laminating with this 2nd ferrite sheet 116. That is, as compared with the ferromagnetic layer 111, most magnetic paths which pierce through the non-ferromagnetic layer 112 since permeability is small are not formed for the non-ferromagnetic layer 112 which the 2nd ferrite sheet 116 forms. As shown in the continuous-line arrow head of drawing 2 , or this passes along the ferromagnetic layer 111 in a

layered product 110, the magnetic path passing through the outer space of a layered product 110 is mainly formed. That is, association with the field produced in each ferromagnetic layer 111 and the field of other ferromagnetic layers 111 is suppressed. Here, the number of winding of the coil formed in each ferromagnetic layer 111 serves as the whole abbreviation ( $1/\text{number of partitions}$ ), and since the magnetic field strength generated with a coil in one side is proportional to the square of the number of winding of a coil, the magnetic field strength produced in a layered product 110 becomes a small thing as compared with the usual laminating inductor which does not have the non-ferromagnetic layer 112. Therefore, each inductance component in each ferromagnetic layer 111 will become big as compared with the laminating inductor of the former [ value / which magnetic saturation produces / superposition direct-current ]. And it becomes the usual laminating inductor and the laminating inductor which has the same direct-current superposition property as a whole by setting up the arrangement location of the 2nd ferrite sheet so that the superposition direct-current value which magnetic saturation produces in each field may become almost equal.

[0021] Next, the manufacture approach of this laminating inductor 100 is explained. In addition, the case where many laminating inductors 100 are manufactured collectively here is explained.

[0022] First, the 1st ferrite sheet and the 2nd ferrite sheet are created. Ethyl cellulose and a terpeneol are specifically added to the ferrite impalpable powder after temporary-quenching grinding which consists of  $\text{FeO}_2$ ,  $\text{CuO}$ ,  $\text{ZnO}$ , and  $\text{NiO}$ , this is kneaded, and a ferrite paste is obtained. This ferrite paste is sheet-sized using a doctor blade method etc., and the 1st ferrite sheet is obtained. By changing and using a mixing ratio about said 1st ferrite sheet and this ingredient, the 2nd ferrite sheet is created so that permeability may become low rather than the 1st ferrite sheet. The creation approach of the 2nd ferrite sheet is the same as that of the 1st ferrite sheet.

[0023] Next, a beer hall is formed in these 1st and 2nd ferrite sheet using means by metal mold, such as punching and laser beam machining. Subsequently, a conductive paste is printed by the predetermined pattern on the 1st and 2nd ferrite sheet. Here, as a conductive paste, the metal paste which used Ag as the principal component, for example is used.

[0024] next, these 1st and 2nd ferrite sheet -- the conductor between sheets -- laminating sticking by pressure is carried out and a sheet layered product is obtained so that a sex paste may be connected mutually in a beer hall. Here, as mentioned above with reference to drawing 3 , the laminating of the 1st and 2nd ferrite sheet is carried



out in predetermined sequence.

[0025] Next, a sheet layered product is cut so that it may become a unit dimension, and a layered product 110 is obtained. Subsequently, this cut layered product is heated at about 500 degrees C in air for 1 hour, and a binder component is removed. Furthermore, this layered product is calcinated at about 800-900 degrees C in air for 2 hours.

[0026] Subsequently, a dip method etc. is used for the both ends of this layered product 110, and a conductive paste is applied. The external electrode 120 is formed by furthermore calcinating a layered product 110 at about 600 degrees C in air for 1 hour. Here, as a conductive paste, the thing for internal electrode formation and the thing of the same presentation were used. Finally, plating processing is performed to the external electrode 120, and the laminating inductor 100 is obtained.

[0027] In such a laminating inductor 100, since at least one or more non-ferromagnetic layers 112 of low permeability formed with the 2nd ferrite sheet 116 are formed in the inner layer of a layered product 110, in a layered product 110, a closed magnetic circuit is formed in each ferromagnetic layer 111 divided into this non-ferromagnetic layer 112, respectively. That is, at the conventional laminating inductor 100, although one big closed magnetic circuit was formed within [ whole ] the layered product, since association of magnetic flux is lost between each ferromagnetic layer 111 or it becomes weaker sharply, by the laminating inductor 100 concerning this invention, a small closed magnetic circuit is formed in each field, respectively. Here, in each field divided by the non-ferromagnetic layer 112, since the number of winding of a coil serves as the whole abbreviation ( $1/\text{number of partitions}$ ), the magnetic field strength generated, respectively also serves as abbreviation (square of the  $1/\text{number of partitions}$ ). Thereby, the superposition direct-current value which magnetic saturation produces as compared with the conventional laminating inductor can be enlarged.

[0028] Moreover, since the inductance component in each field divided into the non-ferromagnetic layer 112 produces magnetic saturation according to the superposition direct current of respectively almost equal magnitude, the laminating inductor 100 has the same characteristic curve as the direct-current superposition property which one usual inductance component has.

[0029] The direct-current superposition property of the laminating inductor 100 concerning the gestalt of this operation is explained with reference to the graph of drawing 4 . Drawing 4 is a graph which shows the direct-current superposition property of the laminating inductor concerning the gestalt of the 1st operation, and a superposition direct

current is taken along an axis of abscissa, and it has taken the inductance along the axis of ordinate. In addition, in drawing 4 , while a continuous line shows the property of the laminating inductor 100 concerning the gestalt of this operation, the dotted line shows the property of the conventional laminating inductor as a candidate for a comparison.

[0030] Even if the laminating inductor 100 concerning the gestalt of this operation passes a high superposition direct current as compared with the conventional thing, it does not cause the rapid fall of an inductance by magnetic saturation, so that drawing 4 may show. It follows, for example, becomes a suitable thing for the application which passes a high current like the choke coil in a switching power supply circuit. In addition, as a result of the magnetic field strength in each field divided by the non-ferromagnetic layer 112 becoming small as compared with a former thing, the inductance of the laminating inductor 100 becomes a small thing so that drawing 4 may also show. However, while having a desired inductance by adjusting the number of partitions, the formation pattern of an internal electrode, etc., the direct-current superposition property to a need current value can obtain a good laminating inductor.

[0031] (Gestalt of the 2nd operation) The gestalt of operation of the 2nd of this invention is explained with reference to drawing 5 and drawing 6 . The sectional view of the laminating inductor which drawing 5 requires for the gestalt of the 2nd operation, and drawing 6 R> 6 are the decomposition perspective views of the layered product concerning the gestalt of the 2nd operation. In addition, drawing 5 differs in the number of winding of the expedient upper coil of explanation etc. from drawing 6 .

[0032] The point which is different from the laminating inductor 100 concerning the gestalt of the 1st operation has the laminating inductor 200 concerning the gestalt of this operation in the laminated structure of a layered product 210. Since it is the same as that of the gestalt of the 1st operation about other configurations, only difference is explained here.

[0033] The layered product 210 of this laminating inductor 200 has structure which carried out the laminating of the ferromagnetic layer 211 which consists of a ferrite ingredient of a nickel-Zn-Cu system, and has high permeability, and the non-ferromagnetic layer 212 which consists of a ferrite ingredient of a nickel-Zn-Cu system, and has permeability smaller than said ferromagnetic layer 211, as shown in drawing 5 . The non-ferromagnetic layer 212 is formed also in the outer

layer side while it is formed in the inner layer of a layered product 210. Moreover, two or more ferromagnetic layers 211 formed in the inner layer of a layered product 210 have respectively almost equal thickness. [0034] That is, the layered product 210 has structure which carried out the laminating of the 1st ferrite sheet 215 which has high permeability, and the 2nd ferrite sheet 216 with permeability lower than the 1st ferrite sheet 215 to one, as shown in drawing 6 . Thereby, the 1st ferrite sheet 215 forms said ferromagnetic layer 211, and the 2nd ferrite sheet 216 forms the non-ferromagnetic layer 212. Here, several sheets (drawing 3 by the side of the upper layer and 2 by the side of a lower layer) of the outside of a layered product 210 are the 2nd ferrite sheets 216 of low permeability. Moreover, the laminating of the number of sheets (drawing four sheets) with the respectively equal 1st ferrite sheet 215 inserted into the 2nd ferrite sheet 216 is carried out. Each ferromagnetic layer 211 formed with the 1st ferrite sheet 215 by this has respectively equal thickness.

[0035] Since such a laminating inductor 200 has respectively almost equal thickness, as for the ferromagnetic layer 211 which has the non-ferromagnetic layer 212 formed with the 2nd ferrite sheet 216 in the outer layer of a layered product 210, and was divided by this non-ferromagnetic layer 212, it can make equal magnetic field strength produced in each ferromagnetic layer 211. By this, the inductance component in each ferromagnetic layer 211 will produce magnetic saturation according to the superposition direct current of respectively almost equal magnitude certainly. About the manufacture approach, it is the same as that of the gestalt of the 1st operation in other operations and an effectiveness list.

[0036] In addition, although the magnetic substance with permeability lower than a ferromagnetic layer was used as a non-ferromagnetic layer formed in the inner layer of a layered product with the gestalt of the 1st and the 2nd operation, this invention is not limited to this. For example, the non-magnetic material ( $\mu = 1$ ) which consists of a ferrite of a Zn-Cu system may be used. In addition, the diffusion layer from a ferromagnetic layer is formed in an interface with the ferromagnetic layer of a non-ferromagnetic layer in this case. It is desirable, when it forms here so that this diffusion layer may be set to less than 5 micrometers, if the magnetic layer ratio of nickel defines a diffusion layer as 10% or more of layer. It is because a magnetic material property is changed by diffusion and the electrical characteristics aimed at may be unable to be acquired.

[0037] Furthermore, with the gestalt of the 1st and the 2nd operation,

although two non-ferromagnetic layers were formed in the inner layer of a layered product (i.e., although the ferromagnetic field in a layered product was trichotomized by carrying out the laminating of the 2nd ferrite sheet of two sheets to a inner layer), this invention is not limited to this. That is, as long as it forms and puts one non-ferromagnetic layer in another way to the inner layer of a layered product, the ferromagnetic field in a layered product may be divided into two by carrying out the laminating of the 2nd ferrite sheet of one sheet to a inner layer. Furthermore, as long as it forms and puts three or more non-ferromagnetic layers in another way to the inner layer of a layered product, the ferromagnetic field in a layered product may be divided or more into four by carrying out the laminating of the 2nd ferrite sheet of three or more sheets to a inner layer.

[0038] Furthermore, although the gestalt of the 1st and the 2nd operation showed what has one coil as an example of a laminating inductor, this invention is not limited to this. For example, you may be the laminating inductor array which has two or more coils, a laminating transformer, a laminating common mode choke coil, etc. Furthermore, you may be laminating LC composite part, a laminating filter, etc. which have other components other than an inductor (for example, capacitor) in a layered product.

[0039] Furthermore, with the gestalt of the 1st and the 2nd operation, although the layered product was formed with the sheet laminated layers method, you may form by print processes.

[0040] Furthermore, although the choke coil in a power circuit was illustrated as a useful application of a laminating inductor with the gestalt of the 1st and the 2nd operation, this invention is not limited to this. Even if it is other electronic circuitries (for example, circuit of a signal system), the laminating inductor concerning this invention is useful.

[0041]

[Effect of the Invention] Since or more at least one laminating of the 2nd insulator which consists of the magnetic substance or non-magnetic material of low permeability is carried out to the inner layer of a layered product according to this invention as explained in full detail above, in a layered product, a closed magnetic circuit is formed in the field divided into said 2nd insulator, respectively. That is, at the conventional laminating inductor, although one big closed magnetic circuit was formed within [ whole ] the layered product, since association of magnetic flux is lost between said each division field or it becomes weaker sharply, by the laminating inductor concerning this

invention, a small closed magnetic circuit is formed in each field, respectively. Here, in each field divided by the 2nd insulator, since the number of winding of a coil serves as the whole abbreviation (1-/number of partitions), the magnetic field strength generated, respectively also serves as abbreviation (square of the 1-/number of partitions). Thereby, the superposition direct-current value which magnetic saturation produces as compared with the conventional laminating inductor can be enlarged.

[0042] Moreover, since the inductance component in each field divided into the 2nd insulator produces magnetic saturation according to the superposition direct current of respectively almost equal magnitude, the laminating inductor concerning this invention has the same characteristic curve as the direct-current superposition property which one usual inductance component has.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

#### DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The appearance perspective view of the laminating inductor concerning the gestalt of the 1st operation

[Drawing 2] The direction sectional view of an A-A' line view in drawing 1 of the laminating inductor concerning the gestalt of the 1st operation

[Drawing 3] The decomposition perspective view of the layered product concerning the gestalt of the 1st operation

[Drawing 4] The graph which shows the direct-current superposition property of the laminating inductor concerning the gestalt of the 1st operation

[Drawing 5] The sectional view of the laminating inductor concerning the gestalt of the 2nd operation

[Drawing 6] The decomposition perspective view of the layered product concerning the gestalt of the 2nd operation

[Description of Notations]

100,200 [ -- A non-ferromagnetic layer, 113,213 / -- An internal electrode, 115,215 / -- The 1st ferrite sheet, 116,216 / -- The 2nd ferrite sheet, 120,220 / -- External electrode ] -- A laminating inductor, 110,210 -- A layered product, 111,211 -- A ferromagnetic layer, 112,212

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

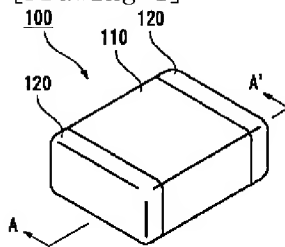
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

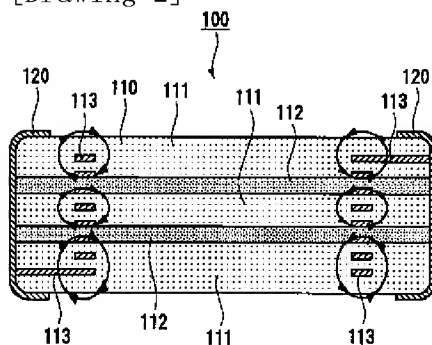
## DRAWINGS

---

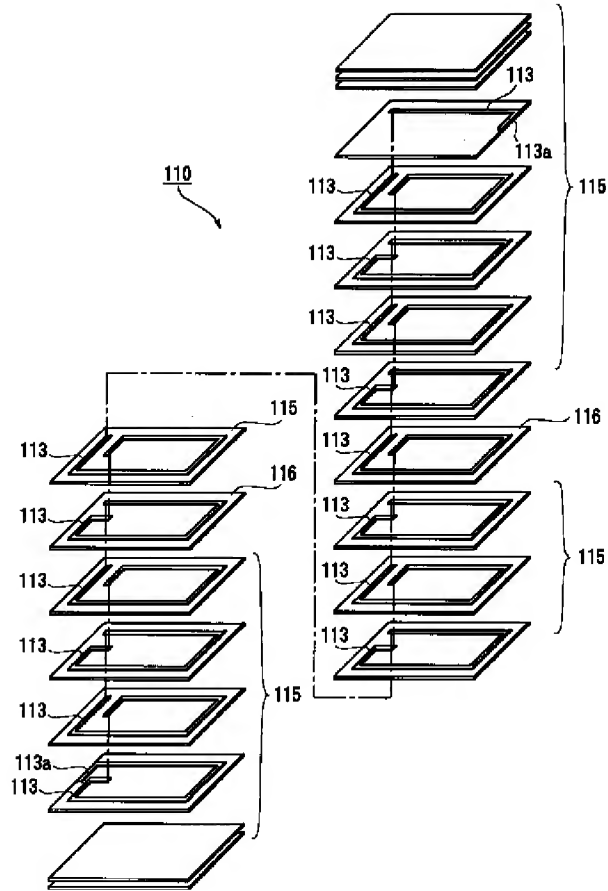
[Drawing 1]



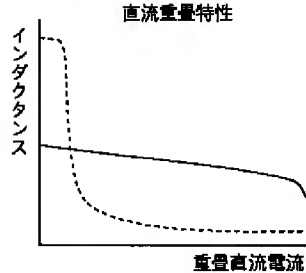
[Drawing 2]



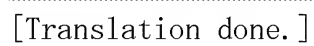
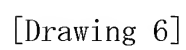
[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Drawing 5]





(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2001-44037  
(P2001-44037A)

(43)公開日 平成13年2月16日(2001.2.16)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

ターミナル\* (参考)

H 0 1 F 17/00

H 0 1 F 17/00

D 5 E 0 7 0

// H 0 1 F 27/42

15/18

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平11-219591

(22)出願日 平成11年8月3日(1999.8.3)

(71)出願人 000204284

太陽誘電株式会社

東京都台東区上野6丁目16番20号

(72)発明者 牧 秀哉

東京都台東区上野6丁目16番20号 太陽誘電株式会社内

(72)発明者 星 健一

東京都台東区上野6丁目16番20号 太陽誘電株式会社内

(74)代理人 100069981

弁理士 吉田 精孝 (外1名)

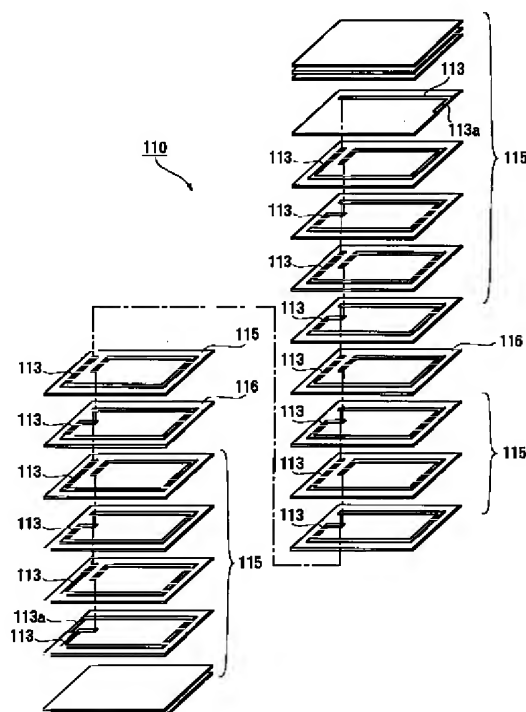
Fターム(参考) 5E070 AA01 AB01 BA12 CB03 CB13  
CB15 CB17

(54)【発明の名称】 積層インダクタ

(57)【要約】

【課題】 磁気飽和による特性劣化が少ない積層インダクタを提供する。

【解決手段】 積層体110は、強透磁率の第1フェライトシート115と、内層に配置した低透磁率又は非磁性体の第2フェライトシート116とを一体に積層してなる。第2フェライトシート116は、該シート116により分割された積層体110の各領域におけるインダクタ素子がそれぞれほぼ等しい大きさの重畳直流電流により磁気飽和を生じるような位置に配置した。これにより、大きい重畳直流電流を流すことができるとともに、直流重畳特性は従来の積層インダクタと同様の特性曲線となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 コイルを形成する導体と絶縁体とを積層してなる積層体を備えた積層インダクタにおいて、前記導体は、絶縁体の積層方向を軸方向とするコイルが形成されるように相互に接続され、前記積層体は、高透磁率の磁性体からなる複数の第1絶縁体と、積層体の内層に配置され低透磁率の磁性体又は非磁性体からなる少なくとも1つ以上の第2絶縁体とを積層してなり、前記第2絶縁体は、該第2絶縁体により積層方向に分割された各領域におけるインダクタ素子がそれぞれほぼ等しい大きさの重畳直流電流により磁気飽和を生じるように積層体内に配置されていることを特徴とする積層インダクタ。

【請求項2】 前記積層体は、前記第2絶縁体により外層が形成されているとともに、該第2絶縁体により積層方向に分割された各領域がそれぞれ等しい厚さの第1絶縁体により構成されていることを特徴とする請求項1記載の積層インダクタ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、積層インダクタに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の積層インダクタは、例えばNi-Zn-Cu系のフェライト材料などからなる磁性体シートに、Ag等を主成分とする内部電極用の導電性ペーストを所定パターンに塗布し、この磁性体シートを積層した構造となっている。ここで、各磁性体シートに形成された内部電極は、ビアホールを介して隣り合う層間で相互に接続している。これにより、積層体内にコイルを形成している。また、積層体の両端部には、内部電極に接続する外部電極が形成されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、例えばスイッチング電源回路のチョークコイル等では、比較的大きい重畳直流電流を流す必要がある。しかしながら、従来の積層インダクタでは、小さい重畳直流電流により磁性体が磁気飽和を生じ、これにより急激なインダクタンス低下を招いていた。すなわち、従来の積層インダクタでは、このような大きい重畳直流電流を流す用途には不向きであった。

【0004】本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、磁気飽和による特性劣化が少ない積層インダクタを提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1の発明では、コイルを形成する導体と絶縁体とを積層してなる積層体を備えた積層インダクタにおいて、前記導体は、絶縁体の積層方向を軸方向とするコ

イルが形成されるように相互に接続され、前記積層体は、高透磁率の磁性体からなる複数の第1絶縁体と、積層体の内層に配置され低透磁率の磁性体又は非磁性体からなる少なくとも1つ以上の第2絶縁体とを積層してなり、前記第2絶縁体は、該第2絶縁体により積層方向に分割された各領域におけるインダクタ素子がそれぞれほぼ等しい大きさの重畳直流電流により磁気飽和を生じるように積層体内に配置されていることを特徴とするものを提案する。

【0006】本発明によれば、積層体の内層には低透磁率の磁性体又は非磁性体からなる第2絶縁体が少なくとも1つ以上積層されているので、積層体内には、前記第2絶縁体に分割された領域においてそれぞれ閉磁路が形成される。すなわち、従来の積層インダクタでは、積層体内全体で1つの大きな閉磁路が形成されていたが、本発明に係る積層インダクタでは、前記各分割領域間で磁束の結合が無くなり又は大幅に弱まるため、それぞれ各領域において小さな閉磁路が形成される。ここで、第2絶縁体により分割された各領域においては、コイルの巻回数が全体の約(1/分割数)となるので、それぞれ発生する磁界強度も約(1/分割数の二乗)となる。これにより、従来の積層インダクタと比較して磁気飽和の生じる重畳直流値を大きくすることができる。

【0007】また、第2絶縁体に分割された各領域におけるインダクタンス素子がそれぞれほぼ等しい大きさの重畳直流電流により磁気飽和を生じるので、本発明に係る積層インダクタは、通常の1つのインダクタンス素子が有する直流重畳特性と同様の特性曲線を有するものとなる。

【0008】本発明の好適な態様の一例として、請求項2の発明では、請求項1記載の積層インダクタにおいて、前記積層体は、前記第2絶縁体により外層が形成されているとともに、該第2絶縁体により積層方向に分割された各領域がそれぞれ等しい厚さの第1絶縁体により構成されていることを特徴とするものを提案する。

【0009】本発明によれば、第2絶縁体により分割された各領域におけるインダクタンス素子がそれぞれほぼ等しい磁気抵抗の磁路を形成するので、各領域におけるインダクタンス素子がそれぞれほぼ等しい大きさの重畳直流電流により確実に磁気飽和を生じる。

【0010】

【発明の実施の形態】(第1の実施の形態)本発明の第1の実施の形態に係る積層インダクタについて図1～図3を参照して説明する。図1は第1の実施の形態に係る積層インダクタの外観斜視図、図2は第1の実施の形態に係る積層インダクタの図1におけるA-A'線矢視方向断面図、図3は第1の実施の形態に係る積層体の分解斜視図である。なお、図2と図3とでは、説明の便宜上コイルの巻回数等が異なっている。

【0011】積層インダクタ100は、図1に示すよう

に、磁性又は非磁性の絶縁材料からなる略直方体形状の積層体110と、積層体110の長手方向両端部に形成された一对の外部電極120とを有している。

【0012】積層体110は、図2に示すように、Ni-Zn-Cu系のフェライト材料からなり高透磁率を有する強磁性体層111と、Ni-Zn-Cu系のフェライト材料からなり前記強磁性体層111よりも小さい透磁率を有する非強磁性体層112とを積層した構造となっている。非強磁性体層112は、積層体110の内層に形成されている。

【0013】ここで、非強磁性体層112の透磁率は、強磁性体層111の透磁率の $1/3$ 以下であることが好ましく、さらに好ましくは $1/10$ 以下である。透磁率が $1/3$ 以下であれば、巻回数が2倍以上の差となったときに磁界強度の差が10倍以上になるので、ここで他の磁界との結合を抑えることができるからである。

【0014】また、強磁性体層111と非強磁性体層112は、両者の線膨張係数差が小さいものが好ましい。両者の線膨張係数差が大ききものでは、積層インダクタの実装時などに積層体110にクラックや反りが生じる場合があるからである。具体的には、両者の線膨張係数差が $2 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以下であることが好ましい。

【0015】さらに、強磁性体層111と非強磁性体層112とは互いに組成が異なるため積層体110の側面には両者間に段差が形成されるが、該段差は $30\mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。外部電極120形成時の歩留まりが悪化する場合があるからである。

【0016】さらに、非強磁性体層112の層厚は、 $5 \sim 100\mu\text{m}$ 程度が好ましく、さらに好ましくは $10 \sim 50\mu\text{m}$ 程度である。 $5\mu\text{m}$ 未満だと結合が不安定となり電気的特性にばらつきが生じる点で好ましくなく、また、 $100\mu\text{m}$ より大きいと小型化に適さないからである。なお、本実施の形態の積層インダクタは、積層方向の厚みが約 $1.2\text{mm}$ である。

【0017】また、積層体110には、図2に示すように、コイルを形成する導体である内部電極113が埋設されている。内部電極113が形成するコイルは、コイルの軸方向、すなわちコイル内部における磁束の形成方向が積層体110の積層方向（図2における紙面の上下方向）となっている。内部電極113が形成するコイルの一端側は積層体110の一方の端面に引き出され、他端側は積層体110の他方の端面に引き出されている。積層体110の端面に引き出されている内部電極113は、前記外部電極120に接続している。内部電極113及び外部電極120は、それぞれAg又はAgを主成分とする金属材料からなる。

【0018】積層体110のさらに詳細な構造について図3を参照して説明する。積層体110は、図3に示すように、複数の絶縁性を有するフェライトシートを積層した構造を有する。すなわち、積層体110は、高透磁

率を有する多数の第1フェライトシート115と、第1フェライトシート115よりも透磁率の低い数枚（図では2枚）の第2フェライトシート116とを一体に積層している。この第1フェライトシート115により前記強磁性体層111が形成され、第2フェライトシート116により前記非強磁性体層112が形成される。

【0019】第1フェライトシート115には、積層体110の外層側の数枚（図では上層側の3枚及び下層側の2枚）を除き、所定パターンの内部電極113が形成されている。また、第2フェライトシート116にも内部電極113が形成されている。各シートに形成された内部電極113の端部は、積層体110全体で1つのコイルを形成するように、ビアホール（図示省略）を介して隣り合うシートの内部電極113と接続している。また、コイルの巻き始め又は巻き終わりに相当する内部電極113の端部は、シートの縁部に形成された引出部113aと接続している。

【0020】第2フェライトシート116は、積層体110の内層に配置されている。具体的には、第2フェライトシート116は、該第2フェライトシート116により積層方向に分割された積層体110の各領域において、すなわち、各強磁性体層111において、該領域におけるインダクタ素子がそれぞれほぼ等しい大きさの重畳直流電流により磁気飽和を生じるような位置に1枚ずつ配置されている。すなわち、第2フェライトシート116が形成する非強磁性体層112は強磁性体層111と比較して透磁率が小さいため、非強磁性体層112を貫く磁路はほとんど形成されない。これにより、図2の実線矢印に示すように、積層体110には強磁性体層111を通る又は積層体110の外部空間を通る磁路が主として形成される。つまり、各強磁性体層111に生じる磁界と他の強磁性体層111の磁界との結合が抑えられる。ここで、各強磁性体層111内に形成されるコイルの巻回数は全体の約（ $1/\text{分割数}$ ）となり、一方でコイルにより発生する磁界強度はコイルの巻回数の二乗に比例するので、積層体110内に生じる磁界強度は、非強磁性体層112を有しない通常の積層インダクタと比較して小さなものとなる。従って、各強磁性体層111における各インダクタンス素子は、磁気飽和が生じる重畳直流電流値が従来の積層インダクタに比較して大きなものとなる。そして、各領域において磁気飽和が生じる重畳直流電流値がほぼ等しくなるように第2フェライトシートの配置位置を設定することにより、全体として通常の積層インダクタと同様の直流重畳特性を有する積層インダクタとなる。

【0021】次に、この積層インダクタ100の製造方法について説明する。なお、ここでは多数の積層インダクタ100をまとめて製造する場合について説明する。

【0022】まず、第1フェライトシート及び第2フェライトシートを作成する。具体的には、 $\text{FeO}_2$ 、Cu

O, ZnO, NiOからなる仮焼粉碎後のフェライト微粉末に、エチルセルロース、テルピネオールを加え、これを混練してフェライトペーストを得る。このフェライトペーストをドクターブレード法を用いてシート化して第1フェライトシートを得る。第2フェライトシートは、前記第1フェライトシートと同材料について混合比を変更して用いることにより、第1フェライトシートよりも透磁率が低くなるように作成する。第2フェライトシートの作成方法は、第1フェライトシートと同様である。

【0023】次に、これら第1及び第2フェライトシートに金型による打ち抜きやレーザ加工などの手段を用いてビアホールを形成する。次いで、第1及び第2フェライトシートに導電性ペーストを所定パターンで印刷する。ここで、導電性ペーストとしては、例えばAgを主成分とした金属ペーストを用いる。

【0024】次に、これら第1及び第2フェライトシートを、シート間の導電性ペーストが互いにビアホールで接続されるように積層圧着してシート積層体を得る。ここで、第1及び第2フェライトシートは、図3を参照して前述したように所定の順序で積層する。

【0025】次に、シート積層体を単位寸法になるように切断して積層体110を得る。次いで、この切断された積層体を空气中にて約500℃で1時間加熱してバインド成分を除去する。さらにこの積層体を空气中にて約800～900℃で2時間焼成する。

【0026】次いで、この積層体110の両端部にディップ法などを用いて導電性ペーストを塗布する。さらに積層体110を空气中にて約600℃で1時間焼成することにより、外部電極120を形成する。ここで、導電性ペーストとしては、内部電極形成用のものと同じ組成のものを用いた。最後に、外部電極120にメッキ処理を施し積層インダクタ100が得られる。

【0027】このような積層インダクタ100では、積層体110の内層には第2フェライトシート116により形成された低透磁率の非強磁性体層112が少なくとも1つ以上形成されているので、積層体110内には、該非強磁性体層112に分割された各強磁性体層111においてそれぞれ閉磁路が形成される。すなわち、従来の積層インダクタ100では、積層体内全体で1つの大きな閉磁路が形成されていたが、本発明に係る積層インダクタ100では、各強磁性体層111間で磁束の結合が無くなり又は大幅に弱まるため、それぞれ各領域において小さな閉磁路が形成される。ここで、非強磁性体層112により分割された各領域においては、コイルの巻回数が全体の約(1/分割数)となるので、それぞれ発生する磁界強度も約(1/分割数の二乗)となる。これにより、従来の積層インダクタと比較して磁気飽和の生じる重畳直流電流値を大きくすることができる。

【0028】また、非強磁性体層112に分割された各

領域におけるインダクタンス素子がそれぞれほぼ等しい大きさの重畳直流電流により磁気飽和を生じるので、積層インダクタ100は、通常の1つのインダクタンス素子が有する直流重畳特性と同様の特性曲線を有するものとなる。

【0029】本実施の形態に係る積層インダクタ100の直流重畳特性について図4のグラフを参照して説明する。図4は、第1の実施の形態に係る積層インダクタの直流重畳特性を示すグラフであり、横軸に重畳直流電流、縦軸にインダクタンスをとっている。なお、図4では、本実施の形態に係る積層インダクタ100の特性を実線で示すとともに、比較対象として従来の積層インダクタの特性を点線で示している。

【0030】図4から分かるように、本実施の形態に係る積層インダクタ100は、従来のものと比較して高い重畳直流電流を流しても磁気飽和による急激なインダクタンスの低下を招くことがない。従って、例えばスイッチング電源回路におけるチョークコイルのように高い電流を流す用途に好適なものとなる。なお、非強磁性体層112により分割された各領域における磁界強度が従来なものと比較して小さくなる結果、図4からも分かるように、積層インダクタ100のインダクタンスは小さなものとなる。しかしながら、分割数や内部電極の形成パターン等を調整することにより所望のインダクタンスを有するとともに、必要電流値までの直流重畳特性が良好な積層インダクタを得ることができる。

【0031】(第2の実施の形態) 本発明の第2の実施の形態について図5及び図6を参照して説明する。図5は第2の実施の形態に係る積層インダクタの断面図、図6は第2の実施の形態に係る積層体の分解斜視図である。なお、図5と図6とでは、説明の便宜上コイルの巻回数等が異なっている。

【0032】本実施の形態に係る積層インダクタ200が、第1の実施の形態に係る積層インダクタ100と相違する点は、積層体210の積層構造にある。他の構成については第1の実施の形態と同様なので、ここでは相違点のみ説明する。

【0033】この積層インダクタ200の積層体210は、図5に示すように、Ni-Zn-Cu系のフェライト材料からなり高透磁率を有する強磁性体層211と、Ni-Zn-Cu系のフェライト材料からなり前記強磁性体層211よりも小さい透磁率を有する非強磁性体層212とを積層した構造となっている。非強磁性体層212は、積層体210の内層に形成されているとともに外層側にも形成されている。また、積層体210の内層に形成される複数の強磁性体層211はそれぞれほぼ等しい厚みを有している。

【0034】すなわち積層体210は、図6に示すように、高透磁率を有する第1フェライトシート215と、第1フェライトシート215よりも透磁率の低い第2フ

フェライトシート216とを一体に積層した構造となっている。これにより、第1フェライトシート215が前記強磁性体層211を形成し、第2フェライトシート216が非強磁性体層212を形成する。ここで、積層体210の外側の数枚（図では上層側の3枚及び下層側の2枚）は、低透磁率の第2フェライトシート216である。また、第2フェライトシート216に挟まれた第1フェライトシート215は、それぞれ等しい枚数（図では4枚）が積層されている。これにより第1フェライトシート215により形成される各強磁性体層211はそれぞれ等しい厚みを有する。

【0035】このような積層インダクタ200は、第2フェライトシート216により形成された非強磁性体層212を積層体210の外層に有しており、且つ、該非強磁性体層212により分割された強磁性体層211はそれぞれほぼ等しい厚みを有するので、各強磁性体層211に生じる磁界強度を等しくすることができる。これにより、確実に各強磁性体層211におけるインダクタンス素子がそれぞれほぼ等しい大きさの重畳直流電流により磁気飽和を生じることになる。他の作用及び効果並びに製造方法については第1の実施の形態と同様である。

【0036】なお、第1及び第2の実施の形態では、積層体の内層に形成する非強磁性体層として強磁性体層よりも透磁率の低い磁性体を用いたが、本発明はこれに限定されるものではない。例えばZn-Cu系のフェライトからなる非磁性体（ $\mu=1$ ）を用いてもよい。なお、この場合には、非強磁性体層の強磁性体層との境界面に、強磁性体層からの拡散層が形成される。ここで、拡散層をNiの磁性層比が10%以上の層と定義すると、この拡散層は5 $\mu$ m以内となるように形成すると好ましい。拡散により磁性材料特性が変動し、狙った電気的特性を得ることができない場合があるからである。

【0037】さらに、第1及び第2の実施の形態では、積層体の内層に2つの非強磁性体層を形成したが、すなわち、2枚の第2フェライトシートを内層に積層することにより積層体内の強磁性体領域を3分割したが、本発明はこれに限定されるものではない。すなわち、積層体の内層に1つの非強磁性体層を形成し、換言すれば、1枚の第2フェライトシートを内層に積層することにより積層体内の強磁性体領域を2分割してもよい。さらに、積層体の内層に3つ以上の非強磁性体層を形成し、換言すれば、3枚以上の第2フェライトシートを内層に積層することにより積層体内の強磁性体領域を4つ以上に分割してもよい。

【0038】さらに、第1及び第2の実施の形態では、積層インダクタの一例としてコイルを1つ有するものを示したが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、コイルを複数有する積層インダクタアレイ、積層トランス、積層コモンモードチョークコイルなどであっ

てもよい。さらに、積層体内にインダクタ以外の他の素子（例えばコンデンサ）を有する積層LC複合部品、積層フィルタなどであってもよい。

【0039】さらに、第1及び第2の実施の形態では、積層体をシート積層法により形成したが印刷法により形成してもよい。

【0040】さらに、第1及び第2の実施の形態では、積層インダクタの有用な用途として電源回路におけるチョークコイルを例示したが、本発明はこれに限定されるものではない。他の電子回路（例えば信号系の回路）であっても本発明に係る積層インダクタは有用である。

【0041】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、積層体の内層には低透磁率の磁性体又は非磁性体からなる第2絶縁体が少なくとも1つ以上積層されているので、積層体内には、前記第2絶縁体に分割された領域においてそれぞれ閉磁路が形成される。すなわち、従来の積層インダクタでは、積層体内全体で1つの大きな閉磁路が形成されていたが、本発明に係る積層インダクタでは、前記各分割領域間で磁束の結合が無くなり又は大幅に弱まるため、それぞれ各領域において小さな閉磁路が形成される。ここで、第2絶縁体により分割された各領域においては、コイルの巻回数が全体の約（1/分割数）となるので、それぞれ発生する磁界強度も約（1/分割数の二乗）となる。これにより、従来の積層インダクタと比較して磁気飽和の生じる重畳直流電流値を大きくすることができる。

【0042】また、第2絶縁体に分割された各領域におけるインダクタンス素子がそれぞれほぼ等しい大きさの重畳直流電流により磁気飽和を生じるので、本発明に係る積層インダクタは、通常の1つのインダクタンス素子が有する直流重畳特性と同様の特性曲線を有するものとなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態に係る積層インダクタの外観斜視図

【図2】第1の実施の形態に係る積層インダクタの図1におけるA-A'線矢視方向断面図

【図3】第1の実施の形態に係る積層体の分解斜視図

【図4】第1の実施の形態に係る積層インダクタの直流重畳特性を示すグラフ

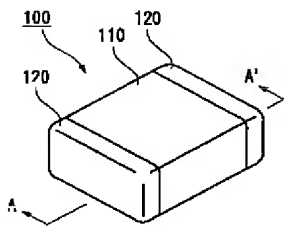
【図5】第2の実施の形態に係る積層インダクタの断面図

【図6】第2の実施の形態に係る積層体の分解斜視図

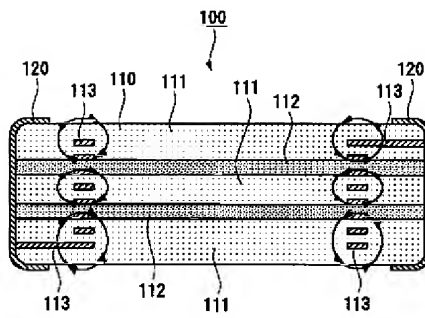
【符号の説明】

100、200…積層インダクタ、110、210…積層体、111、211…強磁性体層、112、212…非強磁性体層、113、213…内部電極、115、215…第1フェライトシート、116、216…第2フェライトシート、120、220…外部電極

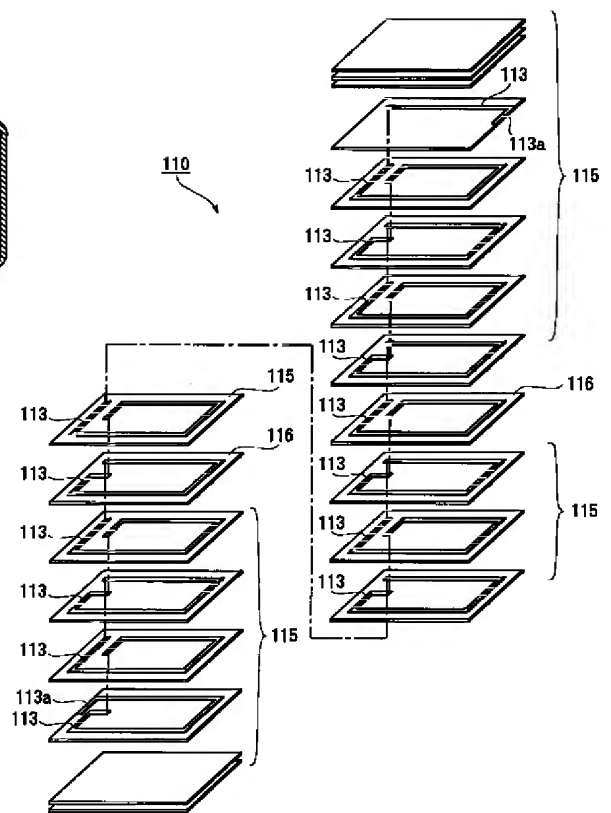
【図1】



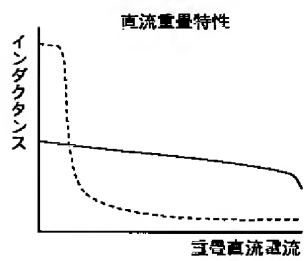
【図2】



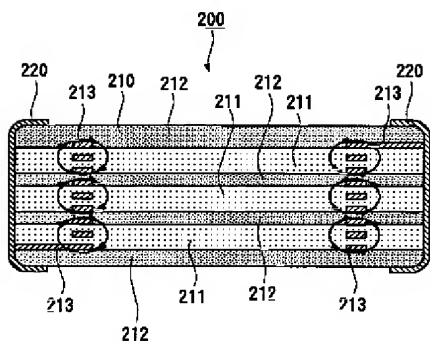
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

